Eugenio Marchesi[*], Vera Persico[**]

ECOLOGIA DEL PAESAGGIO E BIODIVERSITÀ PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE DI VERDELLINO[***]

PREMESSA

Il territorio di Verdellino è fra le aree della provincia interessate, nel corso degli ultimi decenni, da intense dinamiche urbanistiche responsabili delle profonde modifiche apportate all'assetto territoriale tradizionale sedimentatosi nel corso dell'ultimo millennio (PAGANI 2002).

D'altra parte, i processi di trasformazione tuttora in atto nel territorio provinciale sembrano ulteriormente intaccare i valori ambientali e paesaggistici del territorio.

Tale situazione, comune ad altre aree regionali e nazionali, è frutto di processi di pianificazione attuati senza avere le adeguate basi conoscitive delle risorse naturali e delle dinamiche ecologiche dei contesti oggetto di trasformazione.

In un'ottica di sostenibilità la valutazione delle risorse ambientali e territoriali costituisce un momento indispensabile nel processo di pianificazione urbanistica (TOCCOLINI 2002) a tutti i livelli di scala territoriale, e in modo particolare, a livello comunale, livello al quale è affidata la gestione delle problematiche territoriali.

La complessità delle tematiche ambientali che caratterizzano l'area in esame rende necessario approfondire la conoscenza dei processi ecologici che stanno alla base della vita e un loro monitoraggio di fronte all'azione umana, per anteporre ad ogni intervento di trasformazione una seria valutazione dello stato di salute del territorio.

Per acquisire conoscenze adeguate è necessario individuare metodologie idonee al rilevamento dello stato di salute dell'ambiente. Esse devono raccordarsi con la complessità della realtà da valutare e fare riferimento a processi che hanno relazione con l'uomo o con specie bersaglio. Ciò costringe innanzitutto a interrogarsi sulla scala spaziale e temporale più adatte per effettuare l'indagine (FARINA 2001).

Recentemente l'Ecologia del Paesaggio, una nuova branca dell'ecologia, si è fatta carico della ponderazione di processi ritenuti importanti nella definizione della scala più idonea per effettuare tale tipo di valutazione ed ha individuato nel paesaggio il livello più adatto.

È considerato paesaggio il sistema complesso in cui interagiscono gli ecosistemi naturali, l'uomo, il suo sistema sociale ed il suo modo di organizzare lo spazio; come tale il paesaggio è espressione di una cultura della gestione del territorio.

La salute ambientale dipende dall'integrazione di differenti processi che agiscono a scale spazio-temporali diverse e ne definiscono alla fine le peculiarità distintive, il livello di urbanizzazione, l'organizzazione, la frammentazione, il grado di copertura vegetale e la sua composizione, il livello di diversità biologica. Tali peculiarità costituiscono allo stesso tempo gli indicatori ai quali ci si rivolge per predisporre una valutazione di qualità ambientale.

Le procedure impiegate nella presente indagine privilegiano la scala del paesaggio come entità

[*] Centro Studi sul Territorio – Università degli Studi di Bergamo.
[**] Naturalista
[***] Benchè il capitolo sia frutto di un lavoro comune, la stesura dei paragrafi 1.1, 1.2, 2.2, 2,3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 è di V. Persico, mentre quella dei paragrafi 1.3, 2.1, 2.8 è di E. Marchesi. La premessa e le conclusioni sono state scritte congiuntamente.

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

modificata e percepita dall'uomo e si avvalgono di indicatori della funzionalità ambientale propri dell'Ecologia del Paesaggio, quali resilienza, frammentazione, cambiamento del paesaggio, struttura del paesaggio e di indici di diversità biologica per giungere a definire in modo sintetico lo stato di salute dell'ambiente.

Perché tali metodologie risultino efficaci occorre che l'uomo non venga considerato un'entità esterna e estranea al mondo naturale, ma una parte di esso, come tutte le popolazioni che interagiscono con l'ambiente in cui vivono. La consapevolezza di ciò permette di superare la tradizionale conflittualità tra le esigenze umane e quelle naturali e di capire come le due possono coesistere ed essere di reciproco interesse per individuare trasformazioni sostenibili con il sistema considerato.

Nel paragrafo seguente vengono esplicitati metodologie e materiali utilizzati per effettuare l'indagine.

1. MATERIALI E METODI

1.1 Metodologie utilizzate per la valutazione di qualità mediante indicatori dell'ecologia del paesaggio

Premessa

L'Ecologia del Paesaggio nasce già 200 anni fa ad opera di alcuni geografi tedeschi, tra cui Alexander Von Humboldt; in quest'epoca il paesaggio viene definito come carattere complessivo di una regione. È ancora di scuola germanica la riscoperta della dimensione ecologica: il biogeografo Carl Troll, negli anni Trenta, inizia ad utilizzare le immagini scattate dagli aerei per interpretare la complessità ambientale. Da questi anni al dopoguerra la disciplina rimane ferma a causa della scarsità di idee di rilievo.

Dagli anni Cinquanta in poi l'Ecologia del Paesaggio si evolve su diversi fronti grazie all'apporto di studiosi (differenziati tra loro sia nella definizione di ecologia, sia nella definizione del concetto di paesaggio) spinti soprattutto dalla limitatezza dell'ecologia generale riguardo alle applicazioni di tipo territoriale (NAVEH, LIEBERMAN 1984; NAVEH 1990; ZONNEVELD 1990; FORMAN, GODRON 1986; FORMAN ET AL. 1990).

La disciplina, dati i suoi amplissimi orizzonti culturali, consente la convivenza di geografi, antropologi, economisti, ecologi, biologi e professionisti della pianificazione e gestione ambientali. Lo spirito inter/multidisciplinare del settore nasce infatti dall'esigenza di interpretare la complessità da parte di gruppi disciplinari distinti creando un filo trainante che ha portato in poco più di un ventennio questa disciplina alla ribalta del mondo della ricerca ecologica.

In Italia l'Ecologia del Paesaggio compare a partire dal 1986 e si afferma come disciplina scientifica ed autonoma con l'istituzione di un gruppo di lavoro nell'ambito della Società Italiana di Ecologia e, soprattutto, con la costituzione della società italiana di Ecologia del Paesaggio nel 1988 (FARINA 2001).

L'Ecologia del Paesaggio è particolarmente adatta ad essere impiegata nella pianificazione e gestione del territorio perché è l'unica disciplina ecologica che riconosce un'importanza fondamentale alla dimensione spaziale e cioè alle modalità di localizzazione, distribuzione e forma degli ecosistemi. In sintesi la forma degli elementi paesistici influisce sulle funzioni e viceversa: gli studi di questa branca dell'ecologia riguardano quindi la struttura, le funzioni del paesaggio e le loro trasformazioni nel tempo.

La fortissima pressione, indotta dalle attività economiche, richiede continue trasformazioni di aree e adeguamenti infrastrutturali in tempi brevi.

C'è sempre di più l'esigenza di studiare l'ambiente da un punto di vista globale, in modo tale da considerare i processi che ne condizionano l'evoluzione, valutandoli sulla base di indicatori e modelli in grado di monitorare il sistema territoriale alle diverse scale spazio-temporali alle quali i processi si verificano.

È necessario un approccio di tipo globale, in grado di superare l'ottica delle analisi di settore per considerare il territorio come un'unica entità, costituito da ecosistemi diversificati.

L'esame delle dinamiche territoriali a più scale, descritte con indicatori, ha consentito di valutare l'e-voluzione del territorio, di monitorarne lo stato e di impostare le verifiche future. Queste valutazioni sono utilizzate per inquadrare problematiche e processi dell'intero sistema territoriale per poi poter analizzare i diversi settori disciplinari, avendo sempre come riferimento il sistema nella sua interezza e complessità.

1.2. Indicatori dell'Ecologia del Paesaggio

L'indagine conoscitiva per la ricostruzione dell'evoluzione territoriale e per la valutazione della qualità ambientale è stata condotta avvalendosi degli indicatori più utilizzati in Ecologia del Paesaggio: grana, connettività e circuitazione, habitat naturale e umano, habitat standard, *Btc (Biological territorial capacity).*

- L*a Grana* nello studio delle strutture paesistiche indica la dimensione delle macchie o tessere (patchs) paesistiche presenti (tessera è la più piccola porzione omogenea di un ecosistema: tessera di bosco, siepe, residenza ecc.). Viene misurata in ettari ed è utilizzabile per un corretto dimensionamento di macchie di nuova formazione. Cosa sia ecologicamente corretto, e quindi se grandi o piccole macchie, se una singola grande tessera o diverse piccole tessere, viene stabilito di volta in volta in base alle finalità che si vogliono ottenere e al tipo di uso del suolo (bosco, residenze, strade, ecc.). Un paesaggio senza grandi tessere è poco strutturato; d'altra parte le piccole patch non possono rimpiazzare il ruolo di macchie più grandi e di conseguenza devono essere presenti entrambe. Al contrario, solo grandi patch rendono un paesaggio banale e poco eterogeneo con conseguente perdita di biodiversità.

- La *connettività* è una caratteristica del paesaggio che indica la possibilità di spostamento tra elementi funzionalmente omogenei, definisce percorsi per la diffusione delle specie animali e vegetali e per la fruizione degli ambiti naturali da parte dell'uomo. Gli elementi utili a evidenziare il grado di connettività sono i legami e i nodi del sistema della vegetazione arborea. I legami sono essenzialmente corridoi (filari e siepi o aree boscate di forma allungata), mentre i nodi sono costituiti dagli incroci tra legami che obbligano ad un cambio di direzione o dalle macchie boscate in relazione con strutture lineari. In questo caso l'indice di connettività è stato applicato al sistema della vegetazione seminaturale, per misurarne le carenze strutturali e individuarne le esigenze. Legami e nodi sono stati contati e inseriti nella formula per il calcolo della connettività (FORMAN, GODRON 1986; GIBELLI, PALMERI, RUSSI 1996)

- La *circuitazione* consiste nella possibilità di effettuare dei percorsi all'interno di una struttura paesistica, in modo tale da non dover necessariamente ripassare sullo stesso tratto per tornare al punto

di partenza. In pratica fornisce un'idea dell'efficienza della rete. Legami e nodi sono stati contati e inseriti nella formula per il calcolo della circuitazione (FORMAN, GODRON 1986; GIBELLI, PALMERI, RUSSI 1996).

• Si definiscono *"habitat umano" (HU)* quelle porzioni di territorio nelle quali l'uomo svolge la maggior parte delle sue funzioni vitali (abitare, reperire cibo, lavorare, ricrearsi, ecc.) e le cui funzioni, fisionomia e grado evolutivo, vengono mantenute tali dall'intervento dell'uomo. Fanno quindi parte dell'habitat umano tutti gli elementi paesistici delle aree urbanizzate (parchi e giardini compresi), di quelle agricole, e delle aree boscate interessate da azioni di mantenimento da parte dell'uomo. Ogni elemento svolge funzioni diverse all'interno dell'organizzazione del paesaggio:
– *Protettiva* (parchi e giardini, siepi, filari, alberi sparsi, ecc.).
– *Produttiva* (coltivi, frutteti, ecc.).
– *Abitativa* (abitazioni, scuole, centri ricreativi, campi sportivi, ecc.).
– *Sussidiaria* (attività secondarie e terziarie quali industrie e infrastrutture, centri commerciali, ecc.).

• Si definiscono *"habitat naturale" (HN)* quelle porzioni di territorio, che solo saltuariamente vengono frequentate dall'uomo e che, comunque, non sono luoghi di attività umane permanenti. Fanno parte dell'habitat naturale boschi, brughiere, aree colonizzate da vegetazione pioniera, campi incolti abbandonati, ecc.

• L'*habitat standard* è un indice ecologico che mette in relazione le aree, corrispondenti a un certo habitat, con le popolazioni che interagiscono con quell'habitat (INGEGNOLI 1980, 1993, 2003; GIBELLI 1999). Nella pianificazione viene utilizzato relativamente all'habitat umano e al numero di abitanti corrispondenti. Si misura in m^2/ab e corrisponde alla superficie di cui dispone ogni abitante per le funzioni vitali, lavorative e ricreative e varia al mutare del tipo di paesaggio, quindi è un indicatore del grado di antropizzazione dell'ecomosaico.

• La *Btc* (Biological territorial capacity) è una grandezza funzione del metabolismo degli ecosistemi presenti in un dato territorio. Questa grandezza è utilizzabile come indicatore per misurare il grado di equilibrio e di qualità di un paesaggio e si esprime in Mcal/m^2/anno (INGEGNOLI 1980, 1985, 1993; PALMERI 1994): generalmente più alto è il valore di Btc, maggiore è la qualità e la capacità di automantenimento del paesaggio.

Ad ogni elemento del paesaggio presente in un certo territorio è associabile un valore unitario di Btc. Questo valore viene ricavato con l'utilizzo di schede di valutazione della qualità delle macchie paesistiche; ognuna di esse è corredata da un numero proprio di parametri con risposta multipla e di un punteggio per ciascun tipo di risposta. Tali schede considerano le caratteristiche proprie delle tessere stesse, il loro ruolo in rapporto alla produzione di fitomassa e altri aspetti di relazione con il paesaggio di cui fanno parte.

La valutazione avviene confrontando i valori di Btc di un certo ambito con quelli riferiti a più soglie temporali, con la Btc media regionale e la Btc dell'area. Nella pianificazione di area vasta, la Btc può essere utilizzata per valutare il grado di stabilità e il trend evolutivo; mettendo a confronto i valori a diverse soglie temporali e quelli delle diverse Btc spaziali si possono verificare diverse possibilità, corrispondenti a diverse modalità di evoluzione del territorio in esame. La diminuzione del valore di Btc media corrisponde ad una perdita di capacità di autoriequilibrio e cioè a un degrado dell'ambito; in tal caso è utile andare a ricercarne le cause. È importante a questo punto controllare se il degrado si è

generato in ambiti antropizzati o in ambiti naturali, per poi indirizzare al meglio la pianificazione. I valori di Btc vengono raggruppati in classi che permettono un'agevole comparazione tra le aree o le soglie temporali. Nella tabella (tab. 1) di seguito sono riportate le classi di Btc secondo Ingegnoli.

Per l'indagine ci si è avvalsi di una banca dati GIS contenente tutte le informazioni riguardanti alcune caratteristiche ambientali. Questo ha permesso l'elaborazione di carte tematiche quali la carta dell'ecomosaico, della connettività, della grana e della Btc.

L'evoluzione storica del paesaggio è stata ricostruita attraverso l'elaborazione di tre carte dell'ecomosaico a varie soglie temporali (figg. 1, 2 e 3), finalizzate alla ricomposizione delle dinamiche evolutive e di trasformazione del paesaggio nell'ultimo secolo.

La realizzazione delle carte si è concretizzata acquisendo e georeferenziando una serie di fonti cartografiche (IGM 1:25000, 1889, 1954, CTR 1:25000, 1994) e aerofotografiche (FOTO AEREE 1954, ORTOFOTO 2000).

Successivamente è stata effettuata un'interpretazione delle stesse in base ai diversi usi del suolo.

Il confronto critico dei suddetti documenti permette di seguire le trasformazioni del territorio dalla fine del 1800 ai giorni nostri, dandoci indicazioni sul grado di persistenza storica di tipologie di uso del suolo.

Tabella 1-*Classi standard di Btc (Ingegnoli 2001).*

LE CLASSI SONO ASSIMILABILI AI SEGUENTI AMBIENTI:	
Classe I: (0 – 0,4)	*deserti, laghi e fiumi ma anche prati o macchie degradate;*
Classe II: (0,4 – 1,2)	*tundra, campi coltivati ma anche verde urbano o arbusteti degradati;* *paesaggi suburbani a bassa resistenza ambientale;*
Classe III: (1,2 – 2,4)	*macchia erbosa, canneti, arbusteti bassi, seminativi arborei, frutteti ma anche verde urbano;* *paesaggio con prevalenza di sistemi agricoli seminaturali;*
Classe IV: (2,4 – 4,0)	*Foreste giovani, savana umida, paludi e acquitrini,* *frutteti semi-naturali e parchi suburbani seminaturali;*
Classe V: (4,0 – 6,4)	*foreste adulte parzialmente degradate, paludi tropicali,* *culture tropicali, macchia mediterranea e foresta boreale;*
Classe VI:(6,4 – 9,6)	*foreste adulte, boschi temperati;*
Classe VII: (9,6 – 13,2)	*foreste tropicali stagionali, foresta decidua temperata adulta, foresta boreale matura;*
Classe VIII: (13,2 – 20,4)	*foresta tropicale matura.*

1.3. Metodologia di valutazione della biodiversità

Nello studio dell'ecologia urbana, tra gli strumenti più significativi per la valorizzazione della varietà e della distribuzione territoriale delle forme viventi, ci sono gli atlanti biologici.

In tali elaborati il territorio viene diviso in un reticolo geografico e per ogni maglia viene indicata, mediante una colorazione o un segno, la presenza delle specie in esame, in caso d'assenza la maglia rimane bianca o vuota oppure contrassegnata con simboli convenzionali nel caso di entità estinte, fossili, ecc.

Per l'analisi dello stato della biodiversità è stata privilegiata l'analisi floristica in accordo con diversi autori che considerano la flora vascolare un valido indice della diversità biologica complessiva

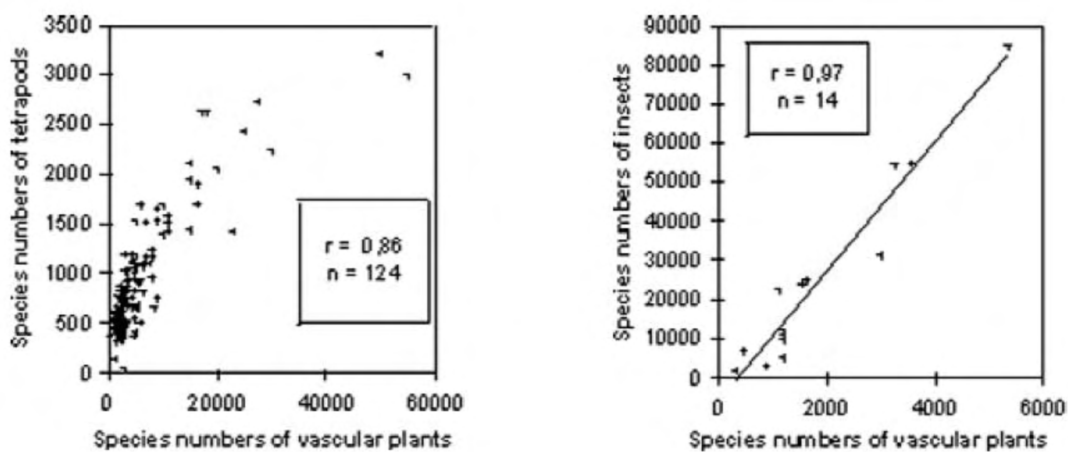
del territorio (fig.1).

In particolare la flora vascolare (felci, gimnosperme, angiosperme), come mostrano i due grafici della figura precedente, presenta una correlazione positiva tra numero di specie vegetali, tetrapodi e insetti. Tale correlazione consente di assumere la ricchezza floristica di un luogo come indice della sua diversità biologica.

Sono state raccolte circa 2000 segnalazioni floristiche nel corso di una ventina di sopraluoghi da marzo a settembre 2005, relative a 320 specie vascolari.

Ogni singola segnalazione era costituita dai dati relativi alla posizione della specie nel reticolo cartografico, all'ambito ecologico e all'habitat. Per facilitare l'archiviazione dei dati raccolti e la loro successiva elaborazione è stato utilizzato un database che permette anche l'evidenziazione della distribuzione delle specie sulla base del reticolo cartografico e degli ambiti funzionali. Per cui la distribuzione di ognuna delle specie censite sul territorio è stata identificata per quadranti di 1000 m di lato e per ambiti funzionali (agricolo, corridoi, urbanizzato residenziale, urbanizzato industriale, aree a verde pubblico e aree d'uso comune), porzioni di territorio caratterizzate da uniformità e da comune destinazione d'uso.

Fig. 1 - *I due grafici rivelano una correlazione signi-ficativa tra numero di piante vascolari, tetrapodi e insetti presenti in un dato territorio.*

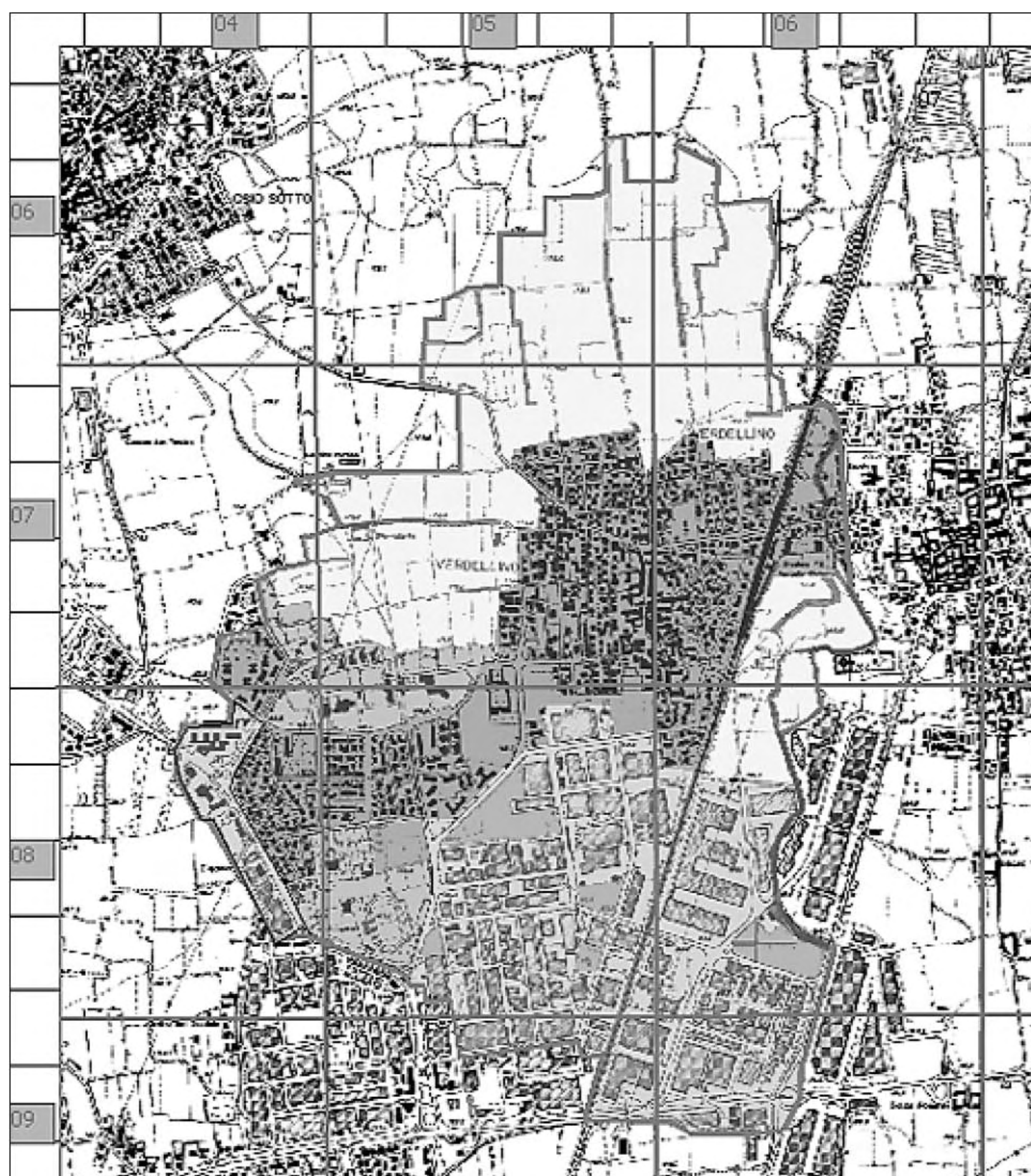


1.3.1. La cartografia di base

1.3.1.1. Carta dei quadranti

I quadranti coincidono con maglie territoriali eterogenee di 1 Km di lato del reticolo geografico. Il territorio è coperto da 10 quadranti, ognuno dei quali è identificato con un codice di quattro cifre (0605, 0606, 0704, 0705, 0706, 0804, 0805, 0806, 0905, 0906). La maggior parte di essi appare dal punto di vista ambientale eterogeneo contenendo ambiti territoriali e habitat diversi (fig. 2).

Fig. 2 -*Immagine del territorio di Verdellino.*



1.3.1.2. Carta degli ambiti

Sono stati individuati cinque ambiti territoriali, aree con caratteri di uniformità per destinazione o funzione, in coerenza con il PRG: aree agricole, corridoi, aree edificate residenziali, aree edificate industriali, aree ad uso pubblico, aree a verde pubblico. Le aree agricole costituiscono la matrice della parte settentrionale del territorio; in esse si sviluppa gran parte dei corridoi formati dal corso della Morletta,

dalle siepi interpoderali e dal tracciato della ferrovia; le aree edificate caratterizzano i 3/5 del territorio e sono suddivise, per tipologia, in urbanizzato residenziale e industriale; all'interno delle aree urbanizzate si evidenziano aree ad uso pubblico (scuole, centri sportivi) e aree a verde pubblico o destinate a tale funzione nel PRG.

1.3.2. Gli indici di valutazione di qualità

La conoscenza della presenza e della distribuzione delle singole entità censite attraverso una raccolta minuziosa dei dati ha permesso la definizione di indici. Gli indici sono stati scelti tra quelli ampiamente utilizzati in letteratura per la valutazione di qualità ambientale e definibili attraverso semplici formule matematiche (BIONDI 1996, PALMERI 1996, FABBRI 1997). Si è ritenuto utile ai fini delle valutazioni di qualità scegliere l'indice di ricchezza floristica (IRF) e l'indice di rarità floristica (IRA) (GEHU,GEHU, 1980). A questi due indici è stato affiancato un indice elaborato dagli autori della ricerca e denominato indice di originalità floristica (IOF).

L'IRF è il rapporto tra il numero di specie presente in un determinato elemento territoriale (quadrante, ambito) e il numero si specie censito per l'intera area di indagine. La natura dell'indice ha consentito il suo calcolo solo per i due elementi territoriali citati.

L'IRA e l'IOF invece sono indici riferiti alle singole specie e pertanto sono stati calcolati per ciascuna specie e, solo in un secondo momento, per l'elemento territoriale mediando i valori delle specie presenti nei singoli ambiti.

Tali indici hanno consentito successivamente il calcolo di un indice complessivo di qualità ambientale (IQA) utile a valutare la dotazione biologica delle unità (reticolo geografico, ambito) utilizzate per analizzare l'area in esame.

Nella tabella n. 2 vengono riepilogati e illustrati con l'ausilio di esempi i tre indici di valutazione.

I valori sintetici di IQA, infine, hanno consentito di esprimere il livello della qualità ambientale in termini assoluti e relativi mediante due valori:

- valore di BDT (biodiversità territoriale) complessivo
- valore di BDT per unità di superficie.

I due valori dipendono dalle specie presenti sul territorio, dalla qualità delle specie stesse e dalle superfici occupate dai diversi elementi territoriali.

Il valore di BDT complessivo è la risultante del contributo fornito dai diversi elementi territoriali in funzione della superficie occupata, mentre il valore per unità di superficie è stato ottenuto rapportando l'IQA di ognuno degli elementi territoriali con la superficie occupata.

Gli indici di qualità complessivo (assoluto) e per unità di superficie (relativo) possono, grazie al database predisposto, essere calcolati automaticamente offrendo un'interessante quantificazione e la distribuzione della qualità territoriale. Il loro utilizzo tuttavia può esser visto anche in prospettiva per prevedere i cambiamenti di qualità conseguenti ad interventi sul territorio che vadano a modificare i rapporti di superficie esistenti al momento attuale.

Questo strumento rende possibile conoscere preventivamente la variazione di valore della qualità ambientale prodotte in seguito ad interventi di trasformazione territoriali quali, ad esempio, la lottizzazione di un'area agricola, la creazione di una siepe o di una fascia tampone, fornendo elementi conoscitivi utili per la pianificazione territoriale.

Nel database sono stati archiviati circa 2000 dati di campagna, raccolti tra l'inizio di marzo e la fine di settembre 2005. Complessivamente sono state censite 327 specie di piante vascolari.

L’archivio costituisce un quadro aggiornato del patrimonio floristico del territorio comunale di Verdellino.

I dati floristici raccolti hanno consentito di predisporre l’elenco floristico aggiornato e di elaborare carte della distribuzione territoriale di ciascuna specie censita.

Inoltre l’elaborazione dei rilevamenti di campagna ha permesso di calcolare gli indici d’abbondanza, di rarità, di originalità floristica e l’indice di qualità ambientale complessivo e di effettuarne delle rappresentazioni cartografiche analitiche e di sintesi di immediata lettura.

I dati ecologici e storico-paesistici raccolti nel corso della ricerca, integrati con quelli floristici di interesse naturalistico, sono serviti per stendere la carta delle emergenze di valore naturalistico, ecologico e storico-paesistico presenti sul territorio.

Tabella 2 - *Nella tabella sono riepilogate le definizioni e le formule degli indici di valutazione utilizzati.*

INDICE	DEFINIZIONE	FORMULA
Indice di Ricchezza Floristica IRF	IRF: indica il rapporto percentuale tra il numero di specie presenti nell’unità territoriale (ambito, ambiente o quadrante) considerata (N_{sp}) e il numero totale di specie censite (N_{st}).	$IRF_{xquadranti} = N_{sp}/N_{st}*100$
Indice di Rarità Floristica riferito ad una specie IRA	IRA: indica la frequenza percentuale con cui una specie si presenta nell’ambito di un’unità territoriale; è dato dal rapporto tra numero di unità territoriali (N_{up}) in cui è presente la specie e il numero di unità territoriali presenti sul territorio (N_{ut}) sottratto ad uno.	$IRA = 1-Nup/N_{ut}*100$ $IRA_{specie\ in\ quadrante} = 1N_{up}/Nut*100$
Indice di Rarità Floristica riferito a una unità territoriale IRA	L’IRA riferito all’unità territoriale è dato dalla media matematica (rapportata a cento) degli IRA delle specie presenti nell’unità territoriale.	$IRA_{quadrante} = (IRA_{S1}+ IRA_{S2}+ IRA_{S3}+\ldots IRA_{Sn})/n *100$
Indice di Originalità Floristica riferito ad una specie IOF	L’IOF riferito alla unità territoriale indica il grado di originalità floristica dell’unità territoriale analizzata; è dato dalla media matematica degli IOF delle specie presenti nell’unità territoriale stessa.	$IOF_{ambito} = (IOF_{S1}+ IOF_{S2}+ IOF_{S3}+ \ldots IOF_{Sn})/n$
Indice di Originalità Floristica riferito a una unità territoriale IOF	L’IOF indica il grado di originalità ecologica (in %) di una specie; è dato dal rapporto tra la differenza tra il numero massimo di segnalazioni (S_{max}) e il numero minimo di segnalazioni (S_{min}) per ambiti/ambienti e il numero complessivo di segnalazioni (S_{tot}) di cui è stata oggetto la specie.	$IOF_{specie} = S_{max}- S_{min}/S_{tot}$
Indice di Qualità Ambientale Complesso IQAc	L’IQA_c è dato dalla somma degli indici (IRF, IRA, IOF) per ogni unità territoriale, rapportata a 100	$IQA_{C\,unità\ terr.}=[(IRF+IRA+IOF)/300]*100$

2. I RISULTATI DELL’INDAGINE

2.1. Evoluzione dell’ecomosaico territoriale dal 1889 ad oggi

L’ecomosaico è il disegno strutturale del paesaggio costituito dalla geomorfologia e dagli ecosistemi con le loro forme, dimensioni e aggregazioni. All’interno dell’ecomosaico si possono individuare elementi strutturali quali ecotopi, tessere, corridoi, matrici ed ecotoni. Dal 1889 (fig. 3) al

1954 (fig. 4) il nucleo del Comune di Verdellino è cresciuto in modo quasi impercettibile, mentre dal 1954 ad oggi (fig. 5) si è avuto un vertiginoso incremento degli insediamenti residenziali ed è sorta la zona industriale nell'area denominata Zingonia. Dalla fine dell'Ottocento fino agli anni '50 la matrice paesistica (elemento o abbinamento di elementi maggiormente presenti nell'ambito territoriale, in mancanza del quale si è di fronte ad una destrutturazione del paesaggio) era costituita dalla superficie agricola, caratterizzata da aratorio semplice e aratorio arborato a gelsi; dagli anni '60 in poi si è avuta una notevole riduzione degli elementi agricoli, soprattutto arborati a gelso, parallelamente ad un aumento della superficie urbanizzata residenziale ed industriale. La rete stradale è stata protagonista negli ultimi decenni di un forte aumento dovuto alla volontà di aggirare i centri abitati per collegarli in modo efficace. Tale fenomeno intenso e diffuso pone problemi di ordine:

- funzionale, legati alle interferenze con le componenti naturali del paesaggio e all'incompatibilità con i tessuti urbani;
- percettivo, rispetto a chi osserva la strada nel contesto territoriale o a chi la percorre e percepisce il paesaggio da viaggiatore.

Per quanto riguarda la dotazione vegetale arboreo-arbustiva, la ricostruzione dell'ecomosaico alle diverse soglie temporali ha messo in evidenza come già alla fine dell'Ottocento la maggior parte delle tessere boscate avesse una conformazione lineare tale da assimilarle più a corridoi ecologici che a nuclei a sviluppo areale. Il sistema di siepi interpoderali appariva molto ricco e articolato, costituendo una trama verde fortemente connessa. Tale rete verde persiste fino agli anni Sessanta quasi invariata per essere gravemente compromessa negli ultimi decenni del secolo scorso dall'espansione dell'urbanizzato abitativo e in seguito industriale.

Fig. 3

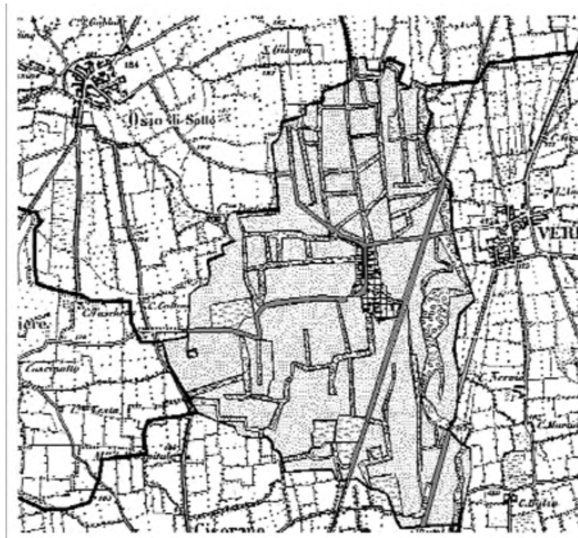
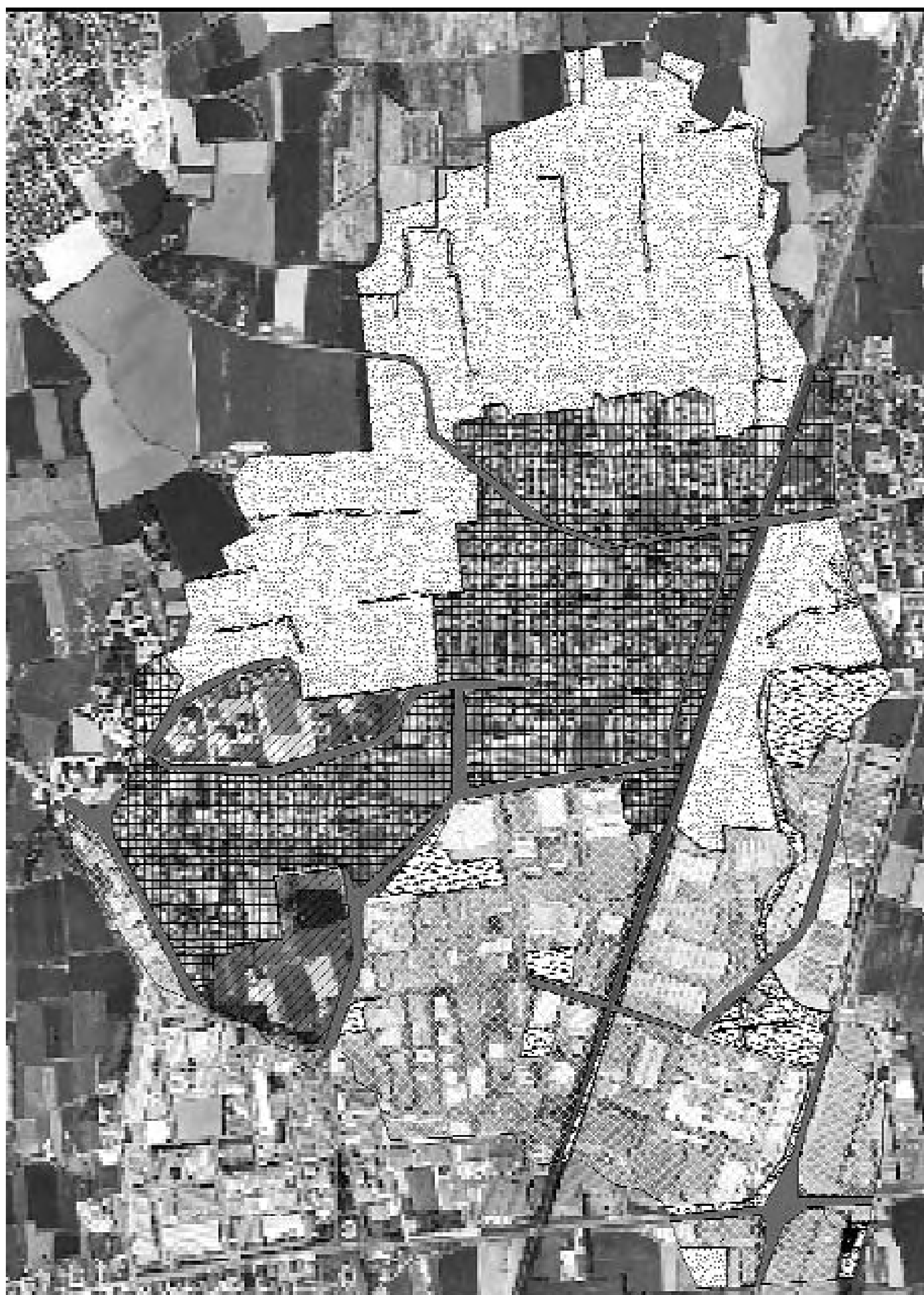


Fig. 4 -*Ecomosaico alla soglia del 1954*.



Fig. 5 -*Ecomosaico alla soglia del 2000.*



2.2. Andamento della grana nel Comune di Verdellino

In passato il territorio risultava ben strutturato e connesso grazie alla presenza all'interno dell'elemento agricolo di consistenti siepi, filari di gelsi e di fasce boscate perialveali lungo il corso della Morletta. Queste ultime possedevano dimensioni tali da poter essere configurare come stepping stones, cioè zone adatte al rifugio temporaneo o al rifocillamento di numerose specie animali.

Nel corso degli anni la grana è progressivamente aumentata sia per quanto riguarda gli agro-ecosistemi, a causa della scomparsa delle siepi e dei fila-ri di gelsi, non più utilizzati per la bachicoltura, e per l'introduzione di una agricoltura intensiva fortemente meccanizzata, sia a seguito della espansione della zona urbana incrementatasi vistosamente negli ultimi quarant'anni.

Al contrario l'area media delle tessere boscate è passata da 2,6 ha, a fine Ottocento, a 0,6 ha nel 1954, fino ad un minimo di 0,5 ha ai giorni nostri.

Oggi Verdellino presenta grandi tessere intercalate soprattutto dalle strade e dalla ferrovia e non più da siepi come alla fine dell'Ottocento (fig. 6).

Fig. 6 - *Evoluzione della grana; 30 ha, il reticolato da 30 a 45 il colore bianco indica tessere ha, il grigio da 45 a 60 ha e il fino 15 ha, il barrato da 15 a nero da 60 a 75 ha.*



2.3. Connettività e circuitazione

La natura crea corridoi in forma di fiumi, dorsali, piste di animali. L'uomo crea strade, ferrovie, elettrodotti, fossati, percorsi ciclopedonali, ecc. Le due tipologie differiscono in modo sostanziale. I corridoi naturali sono curvilinei, mentre quelli antropici sono rettilinei, quelli della natura sono continui fino a quando l'uomo non sovrappone tracciati che creano discontinuità. I corridoi antropici sono generalmente stretti e costosi da mantenere (FORMAN 1995).

Nell'ecologia del paesaggio si riconoscono diversi tipi di corridoio:

1. corridoi di disturbo: creati dall'uomo (strade, linee elettriche ecc.);
2. corridoi residui: una striscia di bosco dopo un disboscamento;
3. corridoi ambientali: vegetazione ripariale, su scarpate o linee di faglia, ecc.;
4. corridoi rigenerati: vegetazione di margine, lungo i campi;
5. corridoi introdotti: siepi e filari con funzione di frangivento.

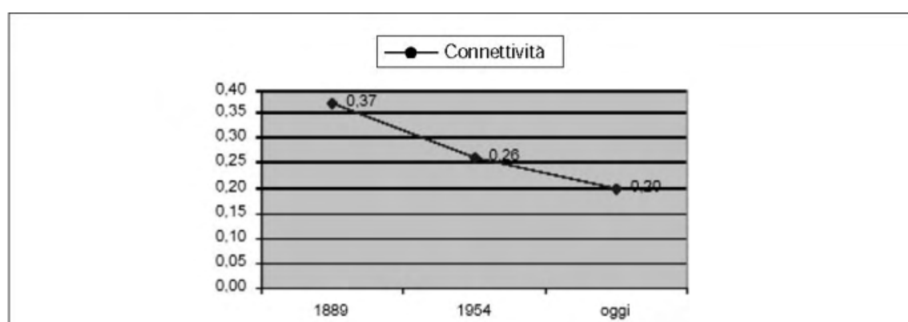
Fig. 7 - Le immagini mostrano l’evoluzione della connettività per il territorio di Verdellino dal 1889 ad oggi.



Nel territorio di Verdellino (fig. 7) i corridoi naturali presenti in passato formavano una fitta rete di legami e nodi che garantiva una discreta connettività e circuitazione al territorio. Oggi della rete sono rimasti solo legami che spesso non si relazionano più tra di essi e con le residue cortine vegetali dei corsi d’acqua e con le aree aperte prive di insediamenti. Ciò ha compromesso in modo significativo la funzionalità ecologica del sistema ambientale.

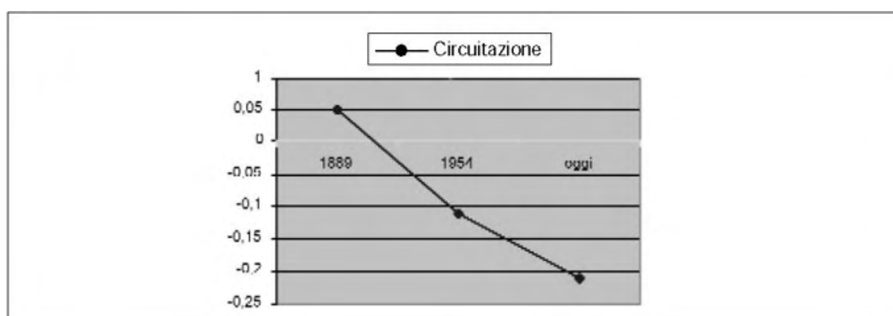
L’indice di connettività, riferito all’area in esame, ha subito una diminuzione indicativa nel corso degli ultimi cento anni passando dallo 0,37 del 1889 allo 0,20 di oggi (graf. 1). Il valore comunque contenuto, già a partire dagli anni Cinquanta, indica che il territorio di Verdellino si caratterizza da tempo per una struttura paesistica frammentata a causa della progressiva diminuzione delle strutture lineari verdi e degli spazi aperti seminaturali. Tale frammentazione si è ulteriormente accentuata in seguito all’aumento, negli ultimi decenni, delle infrastrutture e dell’edificato che ostacolano la connessione degli elementi seminaturali e naturali ancora presenti sul territorio.

Grafico 1 - *Andamento dell’indice di connettività dal 1889 ad oggi.*



Per quanto concerne la circuitazione il territorio di Verdellino presenta valori bassi (graf. 2) che indicano notevoli difficoltà di interazione tra gli elementi considerati. Tali valori non permettono la circuitazione della fauna e dei materiali viventi in ognuna delle sue parti. Tra l’altro lo sviluppo urbano ed industriale in senso Est-Ovest occupa la zona centrale del territorio comunale e ostacola sensibilmente le connessioni.

Grafico 2 – *Andamento dell’indice di circuitazione.*



2.4. Habitat naturale e umano

Scegliendo di considerare le fasce arbustivo-arborate che costeggiano i campi agricoli come elementi seminaturali, insieme alla vegetazione ripariale del reticolo idrico, la percentuale di habitat naturale è diminuita in modo drastico passando dal 20% del territorio nel 1889 al 5% di oggi (graf. 3). Nel contempo l’habitat umano è passato nello stesso periodo dall’8°% al 95 % (graf. 4). Ciò significa che un incremento della percentuale dell’HN, tale da accrescere la qualità ambientale, richiede la creazione di nuove aree verdi e il potenziamento di quelle esistenti, facendo in modo che abbiano funzioni sia protettive per specie animali e vegetali, sia di fruizione pubblica.

Grafico 3 – *Percentuali di habitat naturale.*

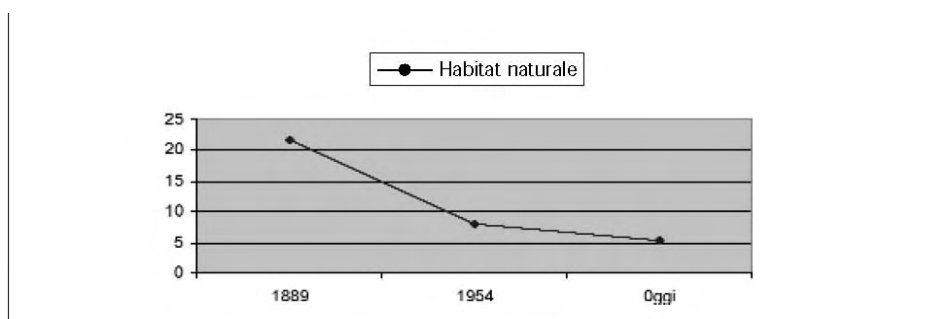
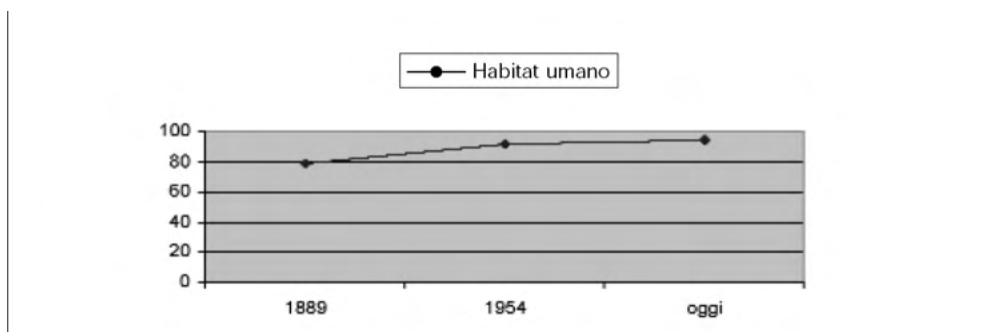


Grafico 4 – *Percentuali di habitat umano.*



2.5. Habitat standard

Anche per una valutazione dell'HS viene considerato l'apparato protettivo (incolti, piccole fasce boscate e siepi) come nel caso dell'habitat naturale. La crescita demografica è stata contenuta nella prima metà del secolo, registrando un drastico aumento dagli anni sessanta in poi. La percentuale di habitat umano è rimasta comunque invariata perché parte dell'apparato produttivo (seminativi) è stato sostituito da aree residenziali e industriali (graf. 5). Lo standard pro-capite è diminuito pertanto a causa dell'aumento demografico. Nel 1954 ogni abitante aveva un terzo di superficie in meno a disposizione rispetto al 1889, mentre nel 2000 la superficie a disposizione è i quattro quinti in meno di quella di fine Ottocento (graf. 6).

Grafico 5 - *Relazione tra popolazione e superficie in m_2 di habitat umano.*

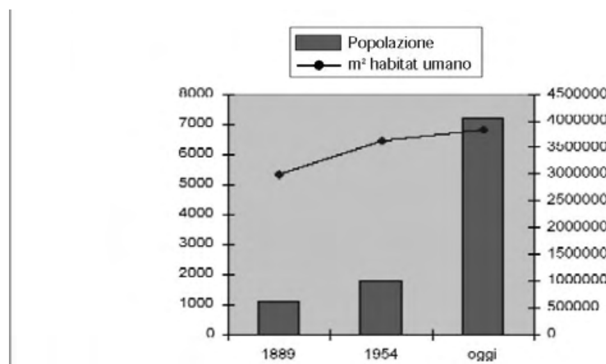
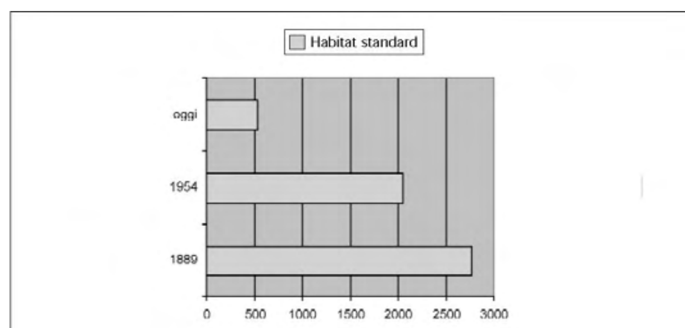


Grafico 6 - *Andamento dell'indice di habitat standard.*



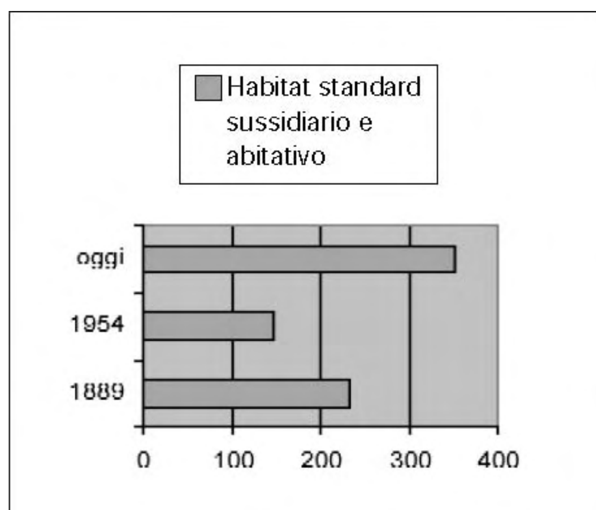
Si possono individuare valori standard di HS caratteristici di diverse tipologie di paesaggio: urbano denso, da 80 a 260 m^2/ab, urbano, da 260 a 500 m^2/ab, urbano rado, da 500 a 780 m^2/ab, suburbano, da 780 a 1.640 m^2/ab, rurale povero, da 1.640 a 2.600 m^2/ab, rurale produttivo, da 2.600 a 6.700 m^2/ab, agricolo, più di 6.700 m^2/ab.

Si noti che il valore di 1640 m^2/ab segna il limite tra un paesaggio rurale e un paesaggio suburbano, di conseguenza fino a dopo il 1954 il paesaggio di Verdellino è da considerarsi prettamente rurale passando poi, dopo gli anni sessanta, ad un paesaggio suburbano.

Ulteriori elaborazioni grafiche dei dati relativi agli habitat standard e umano consentono di fare altre considerazione sull'evoluzione del sistema territoriale di Verdellino.

Nella prima metà del secolo gli insediamenti sono rimasti pressoché invariati mentre la popolazione è aumentata. La conseguenza è stata una diminuzione dello standard pro-capite (graf. 7).

Grafico 6 - *Andamento dell'indice di habitat standard.*



L'habitat standard sussidiario e abitativo (graf. 8) è aumentato dal 1889 ad oggi ma con una leggera flessione nel 1954 dove, a fronte di un aumento della popolazione (da 1086 a 1764 abitanti) non c'è stato un proporzionale incremento delle residenze, con un conseguente sovraffollamento della tipica abitazione rurale, la cascina.

Dagli anni Sessanta in poi l'aumento degli insediamenti all'interno del progetto "Città nuova" di Zingonia ha fatto da catalizzatore per l'aumento della popolazione che, quindi, è cresciuta in modo proporzionale (graf. 7). La conseguenza è stata un aumento dell'habitat standard che evidenzia come l'aumento degli standard abitativi e sussidiari vada sempre a scapito delle aree agricole che tendono non solo a diminuire ma a frammentarsi e nel tempo, a scomparire.

L'habitat standard produttivo (graf. 9), legato alla pratica agricola, è diminuito drasticamente determinando quindi il passaggio da paesaggio rurale a paesaggio suburbano.

Grafico 7 - *Relazione tra popolazione e superficie in m2 di habitat abitativo e sussidiario*

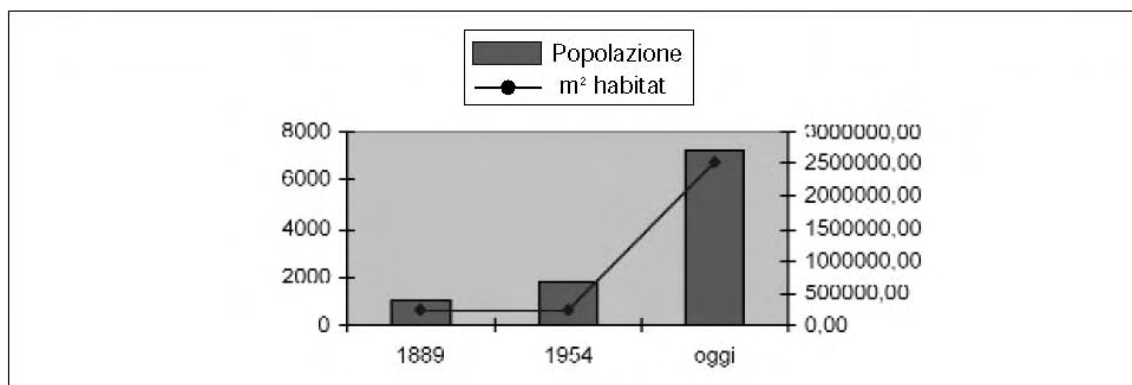


Grafico 8 - *Andamento dell'habitat standard sussidiario e abitativo.*

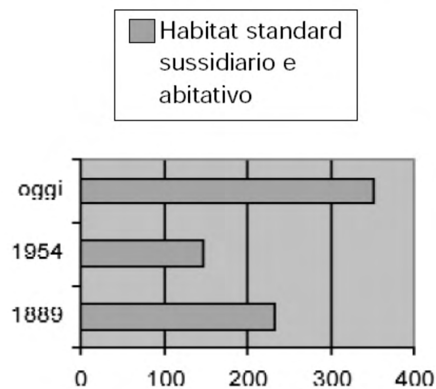
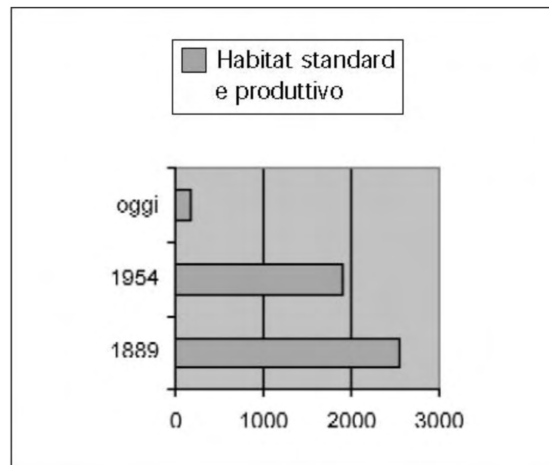


Grafico 9 - *Andamento dell'habitat standard produttivo.*



2.6. Caratteristiche di un paesaggio suburbano

La zona suburbana ha la sua collocazione tra il paesaggio urbano e quello rurale, di conseguenza riceve forti input da entrambe. L'area rurale, agendo come se fosse zona sorgente, arricchisce la suburbana con semi, animali e prodotti agricoli. In modo simile l'area urbana rifornisce di persone, informazioni, prodotti e purtroppo anche di inquinanti quella rurale. Ovviamente l'area suburbana è, a sua volta, produttrice di tutti questi elementi.

È possibile in base alle suddette considerazioni delineare alcune peculiarità che connotano in modo marcato l'area suburbana. Tra le specie presenti nell'area predominano quelle generaliste di margine e la ricchezza specifica è dovuta soprattutto alla forte presenza di specie esotiche.

I corridoi, networks di tipo rettilineo sono prevalentemente di origine antropica. Le zone riparali sono spesso troncate e discontinue a causa di strade, linee elettriche, tubature ecc.

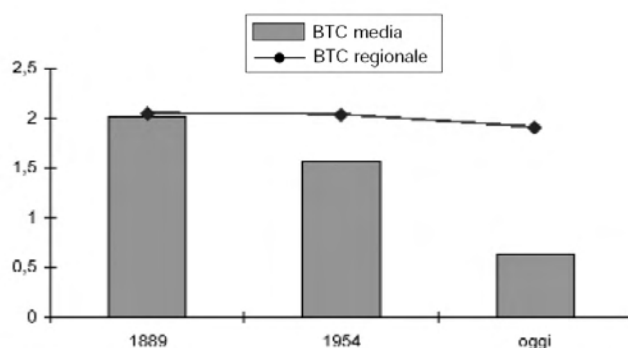
Le aree urbane e rurali adiacenti esercitano un forte influsso su quella suburbana, in particolare il paesaggio urbano tende a imporsi, a spese di quello rurale.

2.7. Biopotenzialità territoriale (BTC)

La Btc media complessiva calcolata al 2000 corrisponde ad un valore di classe bassa (II classe con valori compresi tra 0,40 e 1,2), tipico di un paesaggio caratterizzato da una scarsa resistenza ai disturbi e quindi da una insufficiente stabilità ecologica. Il valore di Btc emerso è dovuto alla modesta qualità della superficie agricola a causa della mancanza di zone filtro (siepi e filari), alla presenza di una grande area industriale e alla frammentazione dovuta alle infrastrutture lineari.

Nel caso in esame (graf. 10) la Btc media è diminuita in modo molto contenuto dal 1889 al 1954 restando all'interno della terza classe standard di Btc. Dal 1954 ad oggi il valore ha subito un drastico calo, passando dalla terza alla seconda classe. Rispetto alla Btc media regionale la Btc locale (che aveva lo stesso valore della Btc regionale nel 1889) ha manifestato uno scostamento progressivo passando al '54 e al 2000, periodo in cui ha fatto segnare un valore pari a un quarto di quello regionale (Btc locale: 0,5; Btc regionale: 1,9).

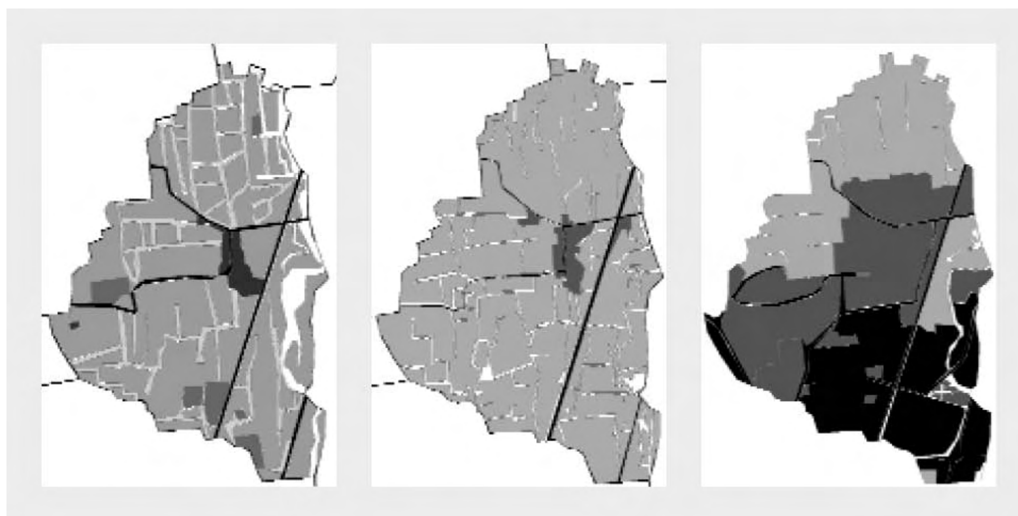
Grafico 10 - *Confronto tra Btc regionale e Btc di Verdellino.*



La diminuzione dei valori di Btc (fig. 8) può essere ricondotta a diverse cause tra le quali vanno segnalate:

- l'aumento della superficie urbanizzata dal 1954, in particolare di quella industriale;
- la diminuzione delle aree agricole;
- la mancanza di zone filtro o ecotoni;
- la diminuzione della qualità della superficie agricola che passa da colture semplici e arborate a sole colture semplici;
- l'aumento della rete viaria, causa anche di frammentazione;
- la scarsa connettività tra gli ambienti seminaturali;
- la scarsa biodiversità e la consistente presenza di specie esotiche;
- l'elevato contrasto tra tessere seminaturali e tessere industriali.

Fig. 8 - *Le tre immagini mostrano i valori di Btc degli ambiti territoriali che costituiscono il territorio di Verdello alle tre soglie storiche prese in considerazione nell'indagine. Il colore bianco individua i valori di Btc più elevati, il nero quelli più bassi passando attraverso una scala graduale di grigi.Si nota come in sintesi la diminuzione della Btc sia correlata con la scomparsa della trama verde e delle aree boscate della Morletta da una parte e all'espansione dell'urbanizzato dall'altra.*



2.8. Distribuzione e valutazione della biodiversità relativa al territorio

2.8.1. L'elenco floristico

La flora è l'insieme delle entità vegetali presenti in un determinato territorio, in questo caso il comune di Verdellino.

Ogni flora si occupa di parte dei numerosi e vasti gruppi sistematici che costituiscono l'ampio regno vegetale. Nel nostro caso abbiamo censito i gruppi che più concorrono a formare il manto vegetale: le felci, e piante affini (pteridofite), le aghifoglie (gimnosperme) e le piante con fiore (angiosperme) sia arboree, sia arbustive che erbacee.

I cataloghi floristici, oltre ad avere un rilevante significato scientifico, perché permettono di conoscere la distribuzione geografica delle piante, sono una importante testimonianza storica.

La conoscenza della variazione nel tempo della copertura vegetale è possibile grazie alla comparazione dei dati rilevati in periodi diversi. Eventuali variazioni nella diversità biologica che si potranno verificare nei prossimi decenni a causa delle modificazioni climatiche, delle attività umane o dei fenomeni d'inquinamento saranno immediatamente evidenziate dal confronto tra i dati presentati in questa sede e quelli registrati in futuro.

2.8.2. Atlante corologico-ambientale del territorio

I primi atlanti biologici sono stati redatti in Olanda negli anni '30 ed hanno dimostrato l'importanza degli elementi floristici come indicatori delle condizioni ambientali.

Ampiamente utilizzati nell'Europa centro-settentrionale a partire dalla fine degli anni Settanta sono stati applicati anche in Italia dapprima per la flora delle Venezie ed in seguito per quella della città di Roma e di altri centri urbani.

Particolarmente significativa, per le ricadute nel campo della conservazione e della pianificazio-

ne, è stata la realizzazione dell'atlante della Flora di Roma, uno dei risultati del progetto multidisciplinare sull'ecosistema della città di Roma, inserito nel programma "Man and Biosphere" dell'Unesco.

Le informazioni fornite dall'atlante floristico si sono rilevate fondamentali per la realizzazione dei successivi progetti di reti ecologiche per la città e la provincia di Roma.

L'atlante floristico rappresenta una fondamentale testimonianza del patrimonio vegetale di un luogo ad una determinata soglia cronologica. La registrazione delle specie che attualmente vegetano nel territorio (fig. 9) ci permette non solo di conoscere l'entità e la composizione del manto vegetale, ma ci consente una comparazione con i dati pregressi e fornisce la base di confronto per l'evoluzione futura. Gli atlanti floristici, sia attuali che storici assumono inoltre un particolare valore nell'analisi dell'impatto antropico del territorio e sono un'insostituibile fonte d'informazione per le scelte di recupero e gestione ambientale.

Fig. 9 - *Carte della distribuzione che costituiscono l'atlante corologico-ambientale. A sinistra la carta della distribuzione di* Robinia pseudoacacia, *al centro di* Quercus robur *e a destra di* Celtis australis. *Le carte consentono di fare considerazioni sulla diffusione e sull'ecologia delle specie presenti sul territorio. Le specie autoctone di pregio sono poco diffuse a differenza della robinia, specie esotica. Qest'ultima è diffusa su tutto il territorio adattandosi a qualunque habitat, mentre la farnia si attesta sui suoli più freschi in prossimità dei corsi d'acqua o nelle siepi interpoderali in misura minore; il bagolaro tende invece a insediarsi su suoli più affrancati dall'acqua lontano dai corsi d'acqua.*

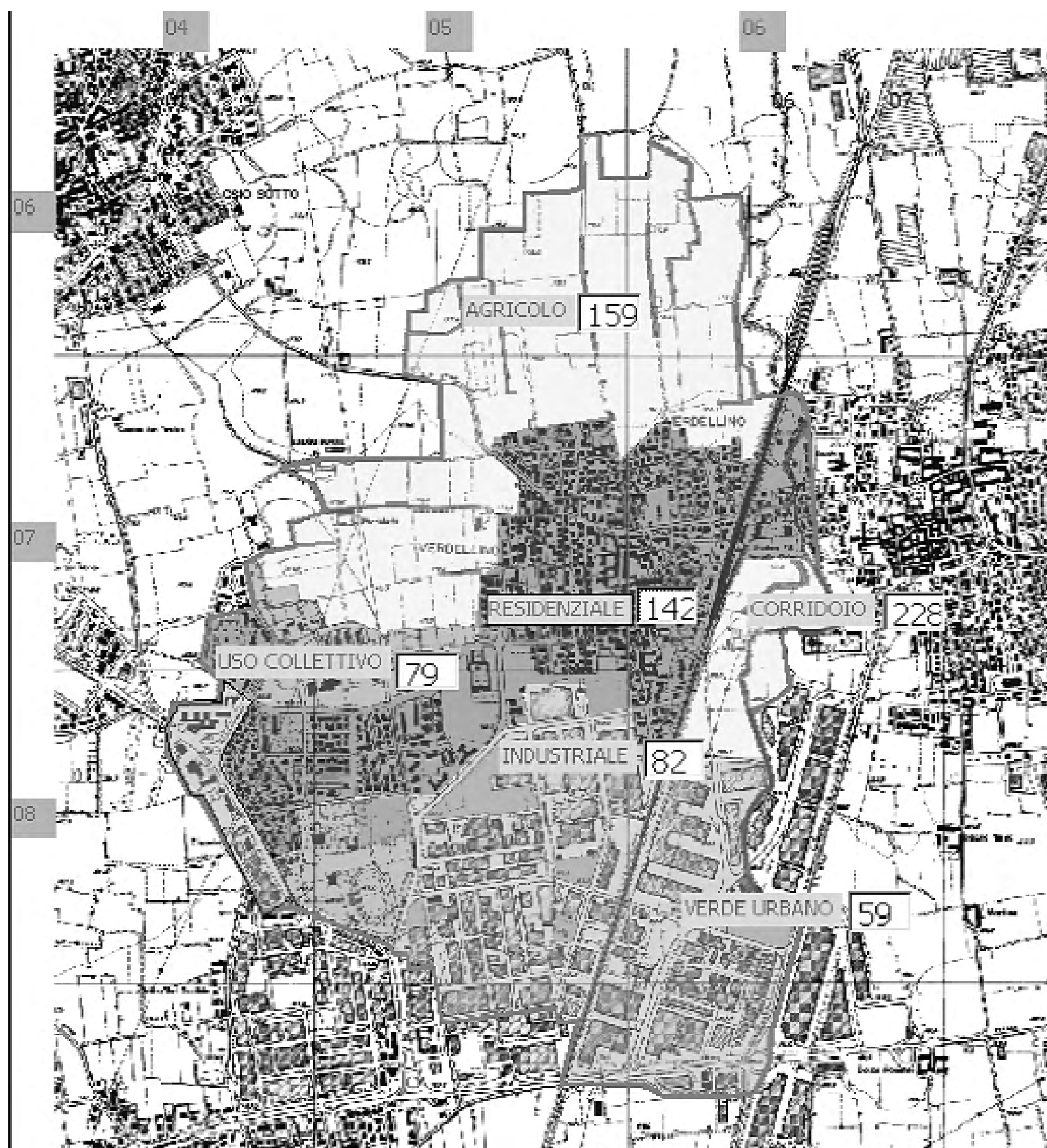


2.8.3. Prodotti delle analisi dei dati e loro resa cartografica

2.8.3.1.Numero di specie.

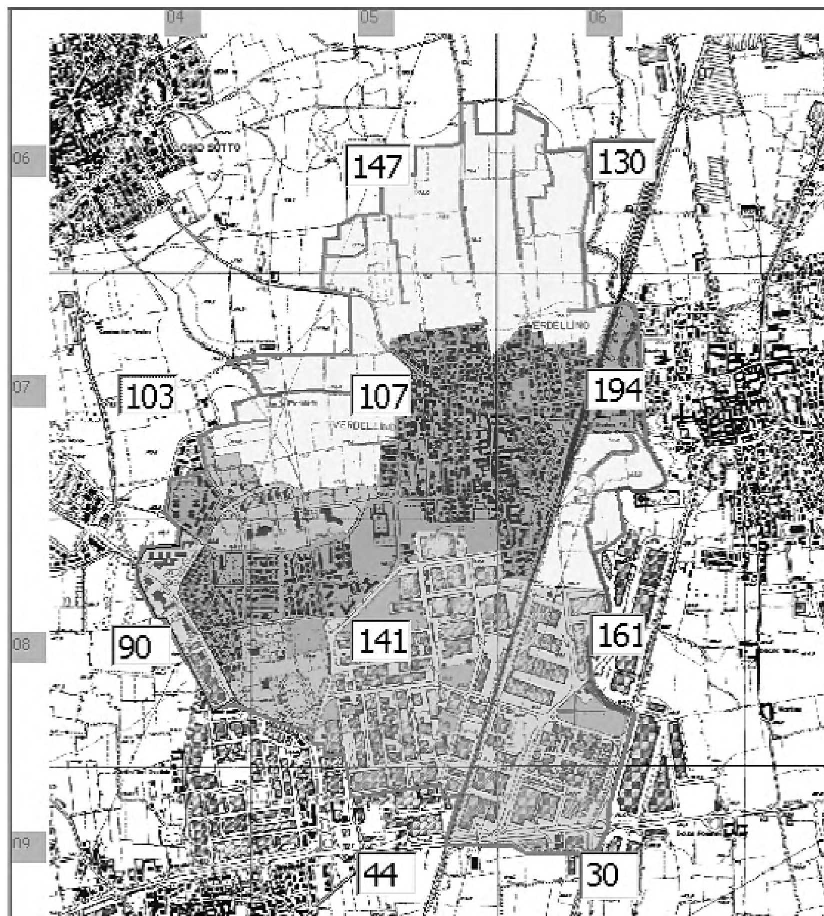
La distribuzione della diversità vegetale è stata analizzata per ambiti e per quadranti. Le carte che rappresentano il numero di specie per ambito territoriale e per quadrante mostrano una distribuzione disomogenea delle specie. Fra gli ambiti più ricchi di biodiversità vi è il corridoio (corso della Morletta, siepi, ferrovia) con 228 specie, seguito dall'ambito agricolo (coltivi, incolti, margini di strada campestre) con 159. Quelli citati sono ambiti caratterizzati prevalentemente da contesti seminaturali (fig. 10).

Fig. 10 - *Nella figura sono riportati i numeri delle specie censite per ciascun ambito.*



Segue in ordine l'ambito residenziale (urbanizzato abitativo) con 142 specie, dotazione che rappresenta una marcata ricchezza dovuta alla presenza nel tessuto edificato di giardini privati, aiuole, parchi pubblici, aree calpestate, ambienti che favoriscono l'insediamento di una flora diversificata e specializzata. Il numero di specie si riduce sensibilmente nei contesti industrializzati del territorio, con ambienti molto artificializzati e omogenei. All'interno del tessuto industriale si conservano alcune aree verdi, destinate, nel PRG, ad aree a verde pubblico. Si tratta prevalentemente di prati incolti e piccole aree boscate residuali. Esse ospitano un numero di specie relativamente modesto (59).

Fig. 11 - *Nella figura sono riportati i numeri delle specie censite per ciascun ambito.*



Con un patrimonio floristico modesto si presentano anche le superfici codificate come aree ad uso collettivo (scuole e impianti sportivi) in cui la vegetazione si riferisce ad ambienti molto antropizzati, parcheggi, aiuole, bordure stradali, aree marginali incolte.

Analizzando la distribuzione della diversità vegetale per quadranti (fig. 11) emerge che i più ricchi in biodiversità sono quelli caratterizzati da contesti naturaliformi o che presentano al loro interno una diversificazione ambientale notevole. I quadranti 0706 e 0806, i più ricchi, rispettivamente con 194 e 161 specie, presentano, oltre al corso della Morletta, aree antropizzate a carattere residenziale e industriale, a coltura, strade e spazi incolti. Il quadrante 0605, con 147 specie, ricade completamente nell'ambito agrico-0906. completamente interessati da insediamenti lo ed è interessato da alcune significative cortine industriali. Il numero contenuto rinvenute in questi vegetali che ne innalzano il valore naturalistico.

I quadranti più poveri sono quelli omogenei, poco diversificati, che ricadono nell'ambito urbanizzato del territorio (0704, 0804, 0905, 0906). Fra questi si segnalano per povertà i quadranti 0905 e 0906. Completamente interessati da insediamenti industriali. Il numero contenuto rinvenute in questi quadranti di specie è anche da addebitare alla limitata superficie presa in considerazione.

2.8.3.2. Carte degli indici di ricchezza floristica (IRF)

Gli IRF calcolati per quadranti e ambiti costituiscono una valutazione quantitativa in cui la ricchezza di specie è espressa in termini percentuali e non in termini numerici assoluti.

Tale modalità espressiva rende più leggibile il dato ma in termini di contenuto non aggiunge nulla a quanto già detto in fase di interpretazione delle carte dei numeri.

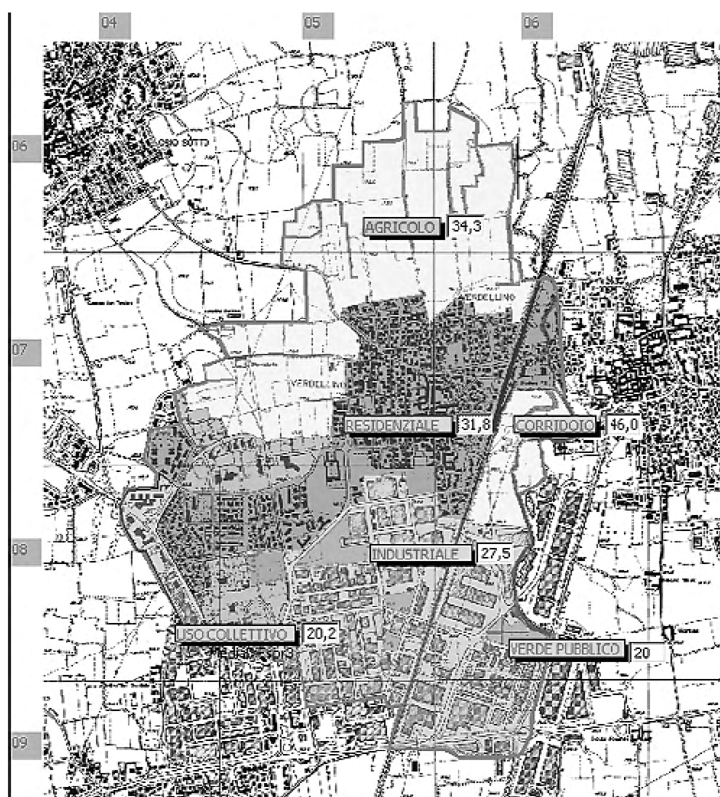
2.8.3.3. Carte degli indici di rarità floristica (IRA)

Le carte degli IRA forniscono i risultati della elaborazione di dati qualitativi. Ogni specie in base alla frequenza con la quale compare negli elementi territoriali (quadrante o ambito) presenta un proprio indice di rarità. È massimo nel caso in cui sia presente in un solo elemento, sarà uguale a zero nel caso in cui sia presente in tutti gli elementi rispetto al totale degli elementi stessi. L’indice di rarità del dell’elemento territoriale è il risultato della media degli IRA delle specie presenti nell’elemento in oggetto.

L’indice di rarità di un quadrante esprime pertanto il valore medio di rarità delle specie che ospita. Un valore basso indica che le specie presenti sono relativamente comuni sul territorio, al contrario un valore elevato depone per un contingente floristico poco l’elemento territoriale è il risultato della media degli comune sul territorio.

I valori relativi agli ambiti (fig. 12) compresi tra il 20 % dell’ambito “verde pubblico” e il 43% del corridoio indicano, in linea di massima, una distribuzione ubiquitaria delle specie anche se per il corridoio si rileva una maggior concentrazione di specie poco comuni sul territorio.

Fig. 12 - *Carta degli indici di rarità floristica per ambiti con i valori calcolati per ciascun ambito.*



2.8.3.4. Carte degli indici di originalità floristica (IOF)

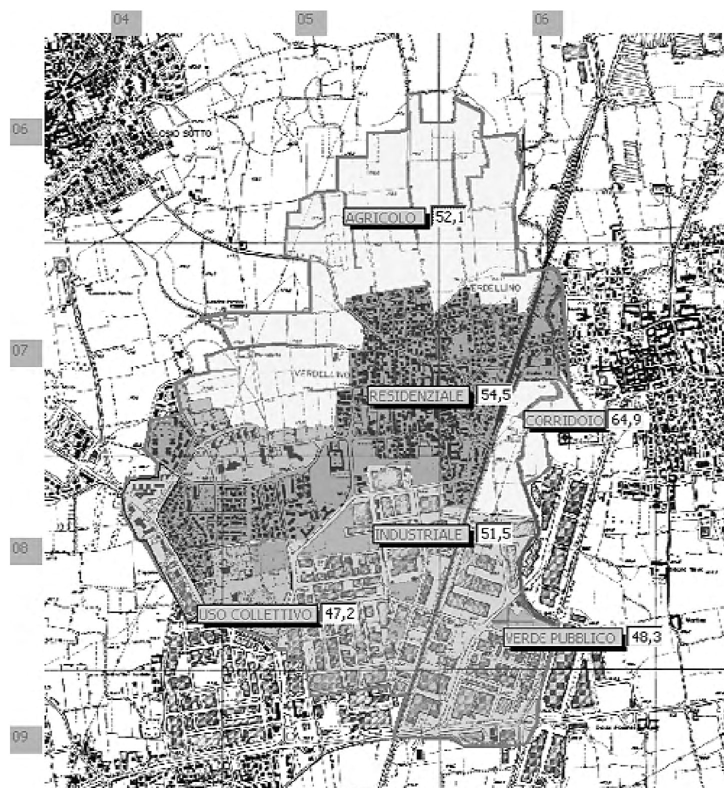
Le carte degli IOF, come quelle precedenti, sintetizzano i risultati della elaborazione di dati qualitativi. Ogni specie in base alla frequenza con la quale compare negli elementi territoriali presenta un proprio IOF che esprime il grado di fedeltà all'ambito. Non ha senso parlare di fedeltà al quadrante in quanto è un'entità territoriale composita dal punto di vista ecologico e la valutazione dell'IOF presuppone l'esistenza di condizioni ecologiche omogenee all'interno dell'elemento. È quindi possibile parlare di fedeltà per l'ambito corridoio o agricolo oppure per i diversi ambienti in cui è articolato il territorio di Verdellino.

L'IOF di una determinata specie tende ad essere massimo nel caso in cui, a fronte di numerose segnalazioni, queste si riferiscono sempre alla stessa categoria dell'elemento territoriale. È uguale a zero nel caso in cui, a fronte di numerose segnalazioni, que-ste si disperdono su tutte le categorie dell'elemento territoriale. L'indice di originalità assegnato alla categoria dell'elemento territoriale è il risultato della media degli IOF delle specie presenti nella categoria dell'elemento in oggetto.

I valori relativi agli ambiti (fig. 13) rivelano che nel corridoio (64,9) si registra la maggior concentrazione di specie tipiche di ambienti naturaliformi. Il valore più basso delle aree ad "uso collettivo" indica invece che in questo contesto si rinviene un elevato numero di specie ubiquitarie che possono accantonarsi indifferentemente in più ambiti diversi.

La contenuta differenza tra i valori fatti registrare dai diversi ambiti comunque testimonia la presenza sul territorio di un patrimonio floristico costituito per la maggior parte da specie ad ampia diffusione ecologica che evidenzia la mancanza di contesti di elevata qualità ambientale.

Fig. 13 - *Carta degli indici di originalità floristica (IOF) con i valori dell'indice calcolati per ambiti.*



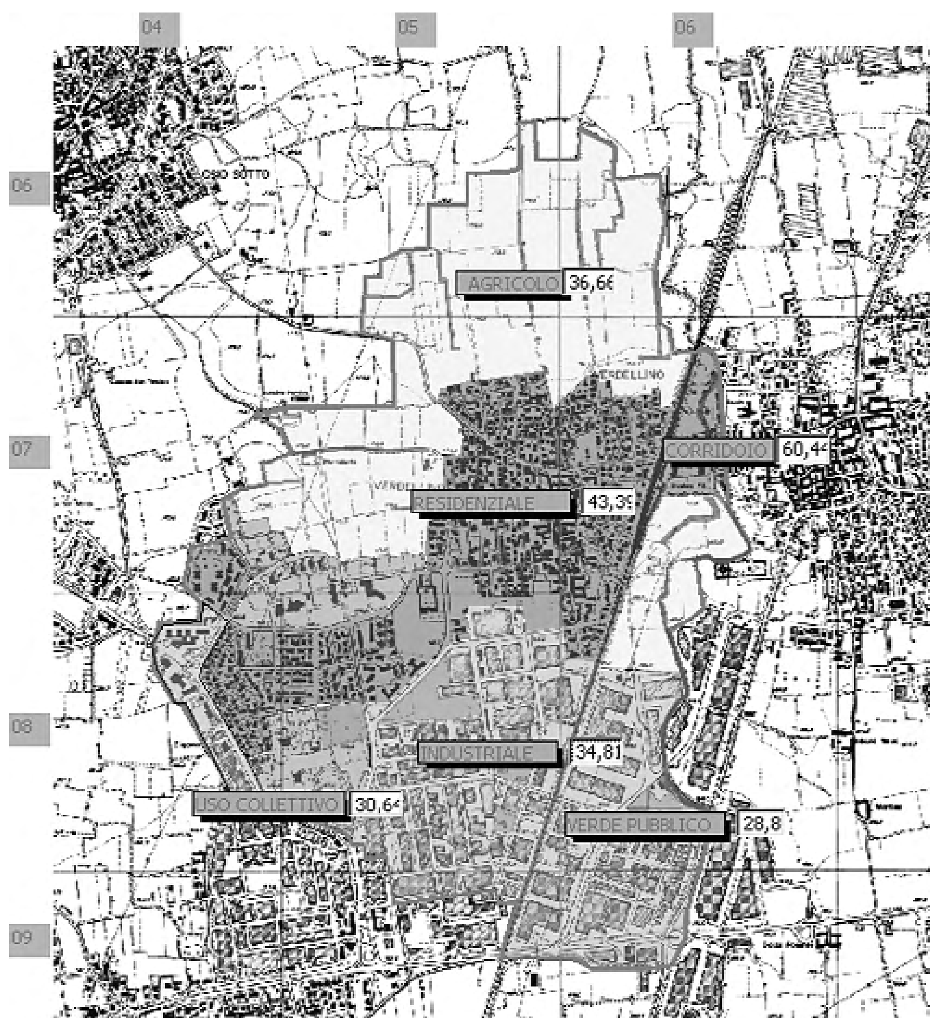
2.8.3.5. Carte degli indici di qualità ambientale (IQA)

L'indice di qualità ambientale è dato dalla media degli indici analitici relativi ad una stessa categoria dell'elemento territoriale.

È un indice sintetico che esprime in centesimi il valore di qualità ambientale della categoria territoriale in funzione esclusivamente delle specie vegetali attribuite alla categoria stessa.

I valori di IQA (fig. 14) confermano e rafforzano il primato del corridoio sugli altri ambiti in virtù di una ricchezza floristica elevata in termini assoluti e alla presenza di specie di ambienti naturaliformi. L'ambito residenziale si colloca al secondo posto sopravanzando l'agricolo nonostante quest'ultimo presenti una ricchezza floristica maggiore. Ciò sottolinea il valore naturalistico del corredo floristico di alcuni habitat tipici dell'ambito residenziale in grado di fungere da rifugio per le specie di ambienti aridi.

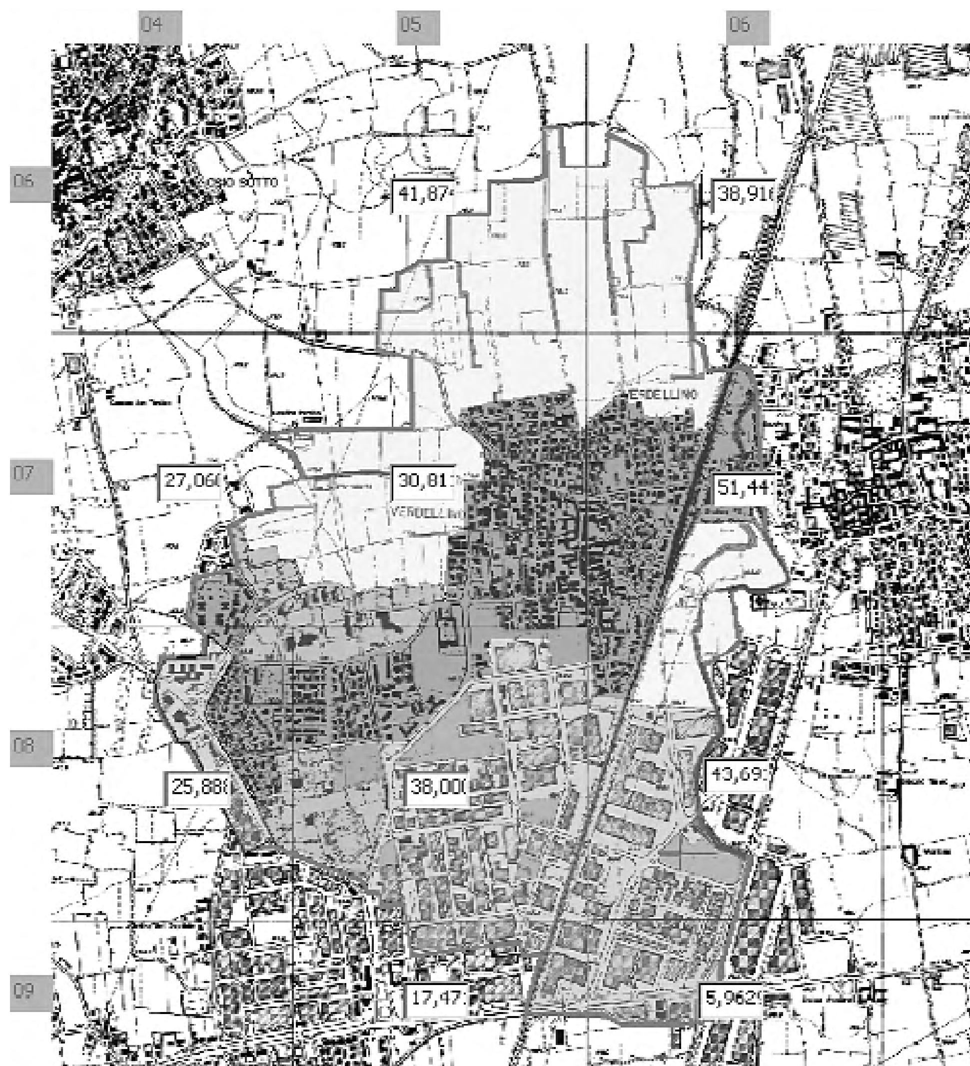
Fig. 14 - *Carta degli indici di qualità ambientale (IQA) con i valori calcolati per ambiti.*



Per quanto concerne l'indice di qualità ambientale dei quadranti (fig. 15) è stato ottenuto

mediando l’IRF e l’IRA, pertanto i risultati evidenziano, ricalcando quanto già rimarcato dagli IRF, che i valori di qualità più elevati competono ai quadranti che offrono la più ampia diversificazione ambientale e che ospitano corridoi siano essi cortine vegetali perialveali che siepi interpoderali.

Fig. 15 - *Carta degli indici di qualità ambientale (IQA) con i valori calcolati per quadranti.*



2.8.4. La qualità ambientale del territorio

A completamento della valutazione di qualità ambientale gli indici di qualità ambientale calcolati per i diversi ambiti sono stati messi in relazione alla superficie occupata dalle diverse categorie per valutare il relativo apporto alla qualità ambientale territoriale in termini assoluti e relativi. Sono stati di conseguenza ricavati un valore di qualità assoluto ed un valore di qualità relativa. Il primo (graf. 11), ottenuto sommando i valori ottenuti moltiplicando gli IQA per le superfici occupate dagli ambiti,

esprime il valore complessivo del territorio come risultato del contributo di ciascuna categoria; il secondo (graf. 12), ricavato dividendo gli IQA delle diverse categorie per la superficie occupata, esprime il valore di ogni categoria per unità di superficie consentendo di evidenziare il valore reale di ciascuno di essi indipendentemente dalla superficie occupata.

Grafico 11 - *Il grafico indica il contributo dato da ogni ambito alla qualità ambientale del territorio definita attraverso l'analisi floristica relativa all'area in esame.*

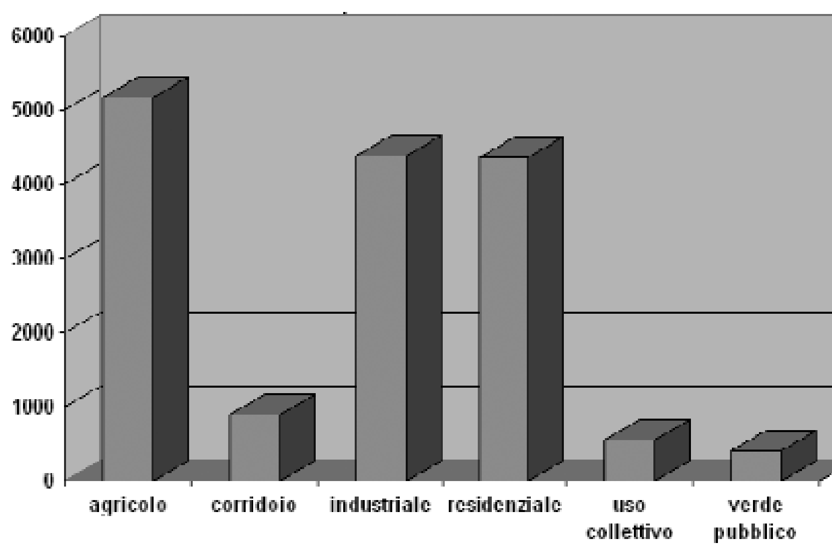
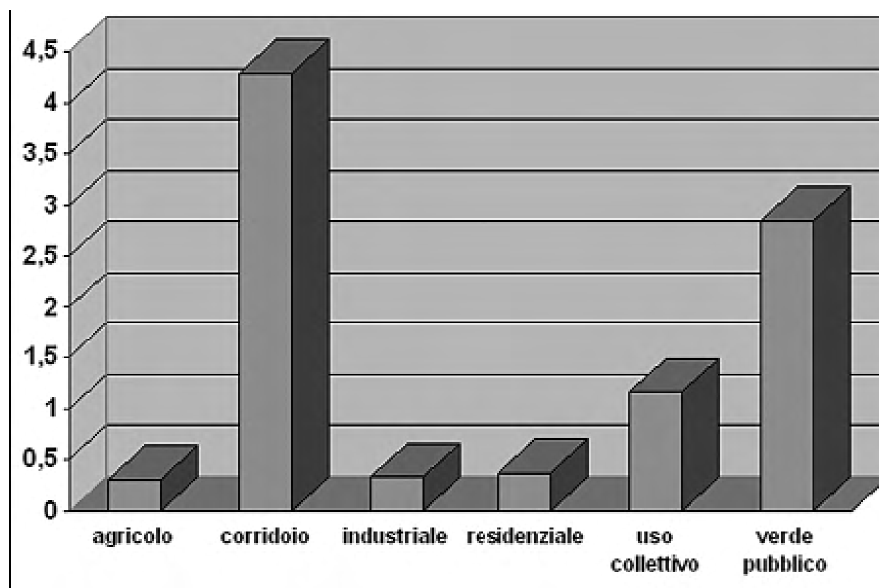


Grafico 12 - *Il grafico indica il contributo per unità di superficie dato da ogni ambito alla qualità ambientale del territorio definita attraverso l'analisi floristica.*



Con questi ultimi dati sono state elaborate le carte della Qualità Ambientale per Ambiti (fig. 16) e

per quadranti (fig. 17) che consentono la percezione immediata della distribuzione dei valori e delle potenzialità all’interno del territorio.

Fig. 16 - *Carta della qualità ambientale per ambiti funzionali.*



Fig. 17 - *Carta della qualità ambientale per quadranti.*



Le recenti analisi hanno dimostrato che il corso della Morletta, le sue pertinenze e le residuali siepi che ancora caratterizzano la matrice agricola sono habitat di valore e potenzialità naturalistico-ambientali, sede di una consistente varietà biologica (biodiversità), oltre che di numerosi segni legati alla storia produttiva locale.

In senso assoluto i corridoi (torrente, siepi e ferrovia) contribuiscono in modo modesto alla qualità ambientale complessiva, data la ridotta superficie che essi occupano, ma ad una valutazione in termini relativi del loro contributo qualitativo, rivelano enorme importanza e potenzialità essendo gli ambiti che concentrano i più alti valori di qualità per unità di superficie territoriale. Essi ospitano infatti, oltre ad una pregiata flora arborea e arbustiva che annovera fra le altre frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), farnia (*Quercus robur*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), platano (*Platanus hybrida*), nocciolo (*Corylus avellana*), sambuco (*Sambucus nigra*), una ricca flora erbacea scomparsa dalla pianura con la sostituzione dei boschi con le colture agricole intensive.

Analoghe considerazioni possono essere svolte per gli ambiti denominati verde pubblico e uso collettivo, i cui valori relativi si discostano sensibilmente da quelli della matrice urbana in cui sono inclusi rivelando potenzialità da prendere in considerazione in un'ottica di pianificazione territoriale.

La valutazione di qualità riferita ai quadranti rivela l'importanza in termini di biodiversità delle

aree perialveali del torrente Morletta e della zona agricola che interessa la parte settentrionale del territorio comunale, in cui si alternano prati e coltivi, corridoi e fasce ecotonali di transizione fra gli stessi. La rappresentazione grafica dei valori di qualità dei quadranti permette di cogliere in modo immediato la distribuzione della qualità sul territorio.

2.8.5. La carta di sintesi

Le carte della qualità per ambiti e per quadranti, integrate da una carta di sintesi (fig. 18), ottenuta dalla sovrapposizione delle precedenti, hanno consentito di effettuare una valutazione della qualità ambientale da cui emerge sinteticamente:

- il valore del sistema costituito dall'asta della Morletta, con le relative scarpate morfologiche come corridoio ecologico;
- la potenzialità del tracciato della ferrovia come corridoio ecologico secondario;
- la ricchezza in diversità biologica delle aree a verde pubblico;
- il valore del sistema di siepi e cavi di irrigazione di parte dell'ambito agricolo;
- l'isolamento delle residue aree ancora sgombre da edifici rispetto ai corridoi ecologici della Morletta e alla matrice agricola.

Fig. 18 - *Carta di sintesi della qualità ambientale del territorio di Verdellino ricavata dalla sovrapposizione della carta della qualità per ambiti e di quella per quadranti. Si evidenzia in particolare una marcata correlazione tra la qualità in termini di biodiversità del territorio e la presenza di strutture lineari o areali verdi.*



CONCLUSIONI

L'indagine condotta utilizzando gli indicatori dell'Ecologia del Paesaggio e della biodiversità consente di tracciare un quadro della qualità ambientale del territorio di Verdellino.

In tale quadro si possono evidenziare elementi di potenzialità e di criticità, dalla cui conoscenza si può muovere per la pianificazione di interventi di riequilibrio ambientale.

In sintesi si può affermare l'importanza, dal punto di vista naturalistico-ecologico e paesaggistico, di alcuni elementi territoriali, in particolare dell'asta del torrente Morletta, lungo la quale si raccolgono valori ambientali, paesaggistici e elevati valori di biodiversità, legati in particolare alla presenza delle cortine vegetali arboreo-arbustive ripariali, che ne fanno un asse ecologico importante nell'ambito del territorio.

Degne di attenzione sono le residue siepi interpoderali che persistono nel tessuto agricolo, quali segmenti di corridoi potenziali di connessione tra gli ambiti territoriali di pregio (agricoli, residenziali) e il corridoio della Morletta. Lo stesso paesaggio agrario che interessa la parte settentrionale del comune può essere considerato come un varco di permeabilità ecologica tra i nuclei urbanizzati dei comuni limitrofi, da conservare.

La persistenza all'interno del tessuto urbano, povero di valori significativi di naturalità, di parchi naturaòli e di zone sgombre da edifici e destinate ad essere valorizzate come aree a verde pubblico secondo il PRG, consente di ipotizzare una struttura verde in grado di permeare, attraverso il collegamento di queste aree con funzione di gangli secondari e stepping stones, il compatto tessuto insediativo che caratterizza i tre quarti del territorio comunale.

Un ruolo significativo quale elemento di connessione può essere svolto dal tracciato della ferrovia colonizzato, per le peculiari condizioni ambientali, da uno specifico popolamento biologico di interesse naturalistico. La linea ferroviaria, se affiancata da una fascia vegetale di rispetto, può assumere la funzione di asse longitudinale di continuità ecologica, parallelo al corso della Morletta.

La connessione e la valorizzazione degli elementi suddetti consentirebbe di migliorare sensibilmente la funzionalità ecologica del territorio elevando i valori di connettività e circuitazione (che attualmente presentano livelli insufficienti a garantire una stabilità ecologica e un automantenimento del sistema territoriale), oltre a favorire una riduzione della grana territoriale da cui dipende in parte anche la ricchezza in diversità biologica del contesto.

Il territorio presenta un livello di biodiversità complessiva discreto, se si pensa alla pressione antropica esercitata su di esso. La biodiversità ha una distribuzione territoriale eterogenea e si concentra maggiormente negli ambiti interessati da corridoi costituiti dalla Morletta, dai cavi di irrigazione, dalle rogge che delimitano tratti di confine del comune e dalle aree sgombre da costruzioni. Tuttavia anche gli ambiti urbanizzati ospitano una discreta dotazione vegetale connessa alla presenza di giardini, viali, aiuole, aree calpestate e acciottolati. In questi ultimi habitat si rifugiano specie con esigenze edafiche e termiche specifiche (riscontrabili solo in questi contesti antropici) che li rendono particolarmente interessanti dal punto di vista naturalistico e degni di essere segnalati.

Occorre però precisare che la diversità biologica osservata è condizionata in modo sensibile dalla presenza di un cospicuo numero di specie esotiche che ne innalza il livello in termini quantitativi. In termini qualitativi, invece, la presenza del contingente di specie provenienti da altri continenti o da aree biogeografiche europee, diverse da quella in cui si colloca il territorio in esame, pone un problema di conservazione del patrimonio vegetale autoctono. In alcuni casi l'affermazione di entità esotiche avviene a spese di specie locali meno competitive in condizioni ambientali caratterizzate da elevato disturbo antropico.

Il territorio presenta in ultima analisi valori e potenzialità ambientali la cui piena espressione è però ostacolata dalla presenza di nodi problematici che devono essere oggetto di interventi di ricostruzione, riqualificazione e valorizzazione finalizzati al riequilibrio ambientale dell'area.

Il livello di frammentazione territoriale è molto elevato a causa della presenza di barriere costituite da infrastrutture lineari, da insediamenti produttivi, da recinzioni, ecc., che isolano i contesti ambientali di maggiore valore ambientale e paesaggistico. Ciò implica una funzionalità ecologica insufficiente a garantire stabilità ecologica a causa di una connettività e circuitazione modeste, tipiche di territori molto urbanizzati e come tali impermeabili alla circolazione e allo scambio di materiale vivente tra le aree apprezzabili sotto il profilo ecologico-naturalistico e paesaggistico.

Il livello di Btc, compreso tra valori che lo collocano, secondo la scala predisposta da Ingegnoli e riportata nel paragrafo precedente, nella classe II, conferma l'attuale modesto livello della funzionalità ecologica del sistema territoriale e la necessità di interventi di riqualificazione ambientale in grado di incrementarlo.